مجله علوم كشاورزي ايران
جلد ۳۷، شماره ۲، سال ۱۳۸۵ (۲۰٤-۱۹۳)

ساخت و ارزيابي دقيق‌كار حفره‌ساز بادي جهت كشت ذرت

مجيد دولتي[1] و سيدحسين كارپرورفرد[2]
۱، ۲، دانشجوي سابق كارشناسي ارشد و استاديار دانشكده كشاورزي دانشگاه شيراز
تاريخ پذيرش مقاله ۸٤/۳/٤

خلاصه

امروزه خاك‌ورزي حفاظتي به‌عنوان بهترين راه‌حل براي كنترل فرسايش خاك به‌شمار مي‌رود. يك ايده جديد براي كشت دقيق بذر در روشهاي مختلف خاك‌ورزي حفاظتي، استفاده از كارنده‌هاي حفره‌ساز است كه براحتي مي‌توانند در داخل بقايا، زمينهاي شيب‌دار و اراضي سنگلاخ كشت نمايند. اين كارنده‌ها علاوه بر تامين عمق و فاصله دقيق بذرها، موجب حذف هزينه تنك كردن و كاهش ميزان بذر موردنياز مي‌گردند. لذا در تحقيق حاضر اقدام به ساخت يك واحد كارنده حفره‌ساز از نوع بيلچه‌اي **(Dibble Punch Planter)** با موزع بادي، جهت كشت ذرت، گرديد. اين كارنده ابتدا حفره‌هايي با فاصله و عمق يكسان در زمين ايجاد نموده، سپس در داخل هر حفره يك بذر قرار مي‌دهد و روي آنرا مي‌پوشاند. دستگاه پس از ساخت در آزمايشگاه و مزرعه ارزيابي گرديد. در ارزيابي آزمايشگاهي كه از گريس‌بلت استفاده شد، اثر سطوح مختلف سرعت پيشروي بر شاخص چندكاشتي، شاخص كيفيت تغذيه، شاخص نكاشت، دقت و ميزان قرارگيري بذرها در درون دايره‌هاي مشخص شده روي گريس‌بلت مورد بررسي قرار گرفت. در ارزيابي دستگاه در مزرعه، اثر سرعت پيشروي و شرايط سطحي زمين بر شاخص‌هاي فوق و همچنين ميانگين عمق كاشت، مورد بررسي قرار گرفت. براي انجام تحقيق در آزمايشگاه از طرح كاملا تصادفي با ٦ سطح سرعت و در ۸ تكرار استفاده شد. جهت انجام تحقيق در مزرعه از آزمايش فاكتوريل ۵×۳ در قالب طرح بلوكهاي كامل تصادفي، شامل ۵ سطح سرعت(۱/۷، ۲/۸، ٤، ۵/۵ و ۷ كيلومتر در ساعت) و سه شرايط سطحي زمين (زمين شخم و ديسك خورده، زمين با بقاياي گياهي گندم و زمين خاك‌ورزي نشده) با ۵ تكرار در خاك شني و رسي سنگريزه‌دار استفاده شد. با توجه به نتايج بدست آمده از آزمونها (در مزرعه و آزمايشگاه) بطور خلاصه مي‌توان گفت كه افزايش سرعت پيشروي باعث افزايش شاخص‌هاي چندكاشتي، دقت و نكاشت وكاهش شاخص كيفيت تغذيه،ميزان قرارگيري بذرها در درون حفره‌ها و ميانگين عمق كاشت گرديد. همچنين نتايج آزمايش‌ها نشان داد كه شرايط زمين روي پارامترهاي مورد بررسي تاثيري ندارد ومي‌توان گفت كه كارنده در هر سه شرايط زمين مورد آزمايش مي‌تواند بخوبي كار كند. بعلاوه سرعت پيشروي در هر سه شرايط زمين، ۵/۵ كيلومتر در ساعت توصيه مي‌گردد.

واژه‌هاي كليدي: دقيق‌كار، حفره‌ساز، ذرت

مقدمه

در ميان عوامل موثر در افزايش توليد محصولات كشاورزي، عمليات و ماشينهاي كاشت، نقش بسيار مهمي بعهده دارند. براي اينكه ماشينهاي كاشت مرسوم بتوانند براحتي عمل كشت را انجام دهند، معمولا عمليات خاكورزي اوليه و ثانويه بطور كامل اعمال مي‌گردد(خاك‌ورزي مرسوم) و در انجام عمليات خاك‌ورزي افراط مي‌شود (۱۱). در اين راستا خاك‌ورزي حفاظتي[1] (كه شامل روشهاي كم‌خاك‌ورزي، بي‌خاك‌ورزي، خاك‌ورزي كلشي و خاك‌ورزي پشته‌اي است) بعنوان راه حلي

مكاتبه كننده: سيد حسين كارپرورفرد
E-mail: Karparvar@shirazu.ac.ir

1. Conservation tillage

براي كاهش مخارج توليد، كنترل فرسايش و اصلاح شرايط خاك انتخاب شده است (۱۲). بطور كلي در شرايطي كه بستر بذر بطور مرسوم تهيه نمي‌شود دستيابي به درصد سبز شدن و استقرار گياه اهميت بسزايي دارد. بنابراين ماشين كاشتي كه بتواند در اين شرايط كار كند، نقش اساسي در افزايش توليد خواهد داشت.

براي كشت در سيستم‌هاي بي‌خاك‌ورزي و خاك‌ورزي كلشي، بقاياي گياهي و خاك سخت معمولا مزاحم عملكرد صحيح شياربازكنهاي مرسوم كه در كارنده‌هاي معمول بكار مي‌روند، مي‌شود و ضمنا عمق كاشت و پوشانده شدن بذرها اغلب نامنظم است (۱۵). از طرفي ديگر با توجه به تحقيقات انجام شده، حتي بهترين كارنده‌هاي ذرت داراي ۲۰ الي ۳۰ درصد خطا در فواصل بين بذرهاي كاشته شده مي‌باشد(۱۹). يكي از روش‌هاي موردقبول براي كشت دقيق بذر در چنين شرايطي، كشت به شيوه پانچي[1] يا بعبارت بهتر استفاده از دقيق‌كار حفره‌ساز[2] است(۵). طرز كار اين نوع كارنده بدين صورت است كه ابتدا حفره‌هايي با فاصله و عمق يكسان در زمين ايجاد مي‌كند وسپس(و يا همزمان با ايجاد حفره) بذر را بصورت تكدانه در اين حفره‌ها قرار مي‌دهد. استفاده از چنين ماشيني براي كشت محصولاتي مانند ذرت كه به فاصله دقيق كاشت حساس هستند بسيار مناسب است، زيرا مشكل غيريكنواخت بودن فواصل بذرها كه در اثر پرش بذرها در داخل شيارهاي ايجاد شده بوسيله شياربازكن در هنگام كشت بوجود مي‌آيد، رفع مي‌گردد(۱۹). كشت در حالت بي‌خاك‌ورزي[3] با كارنده‌هاي حفره‌ساز، مناسب‌ترين روش براي كشت در زمينهاي شيب‌دار و سنگلاخ و همچنين كشت مجدد مزارعي كه در اثر سرماي زمستانه يا بطوركلي سرمازدگي از بين رفته‌اند، مي‌باشد (۲۰).

كارنده‌هاي حفره‌ساز با توجه به شيوه ايجاد حفره و نحوه قرار دادن بذر در خاك به سه گروه اصلي كارنده‌هاي حفره‌ساز دلوي[4]، كارنده‌هاي حفره‌ساز بيلچه‌اي[5] و كارنده‌هاي حفره‌ساز شياري[6] تقسيم مي‌شوند(۵). كارنده‌هاي حفره‌ساز بيلچه‌اي، با توجه به زمان انتقال بذر به حفره، به دو گروه با دو نوع بيلچة متفاوت تقسيم مي‌شوند. در نوع اول، همزمان با ايجاد حفره و قبل از خروج بيلچه از خاك، بذر نيز در داخل حفره قرار مي‌گيرد. در نوع دوم، بيلچه حفره‌اي در خاك ايجاد كرده و بعد از خروج بيلچه از خاك، بذر در داخل حفره قرار داده مي‌شود و به همين دليل به هماهنگي مناسبي بين موزع بذر و حفره‌هاي ايجاد شده در زمين نياز است تا بذرهاي منفرد در درون حفره‌ها قرار گيرند.

جعفري و فارنسترام (۱۹۷۲) يك دستگاه كارنده حفره‌ساز بيلچه‌اي جهت كشت چغندرقند طراحي كردند. در اين دستگاه چرخي به قطر ۵۰ سانتي‌متر كه روي آن ٦ عدد برآمدگي مخروطي شكل وجود داشت، حفره‌هايي در خاك ايجاد مي‌كرد. موزع طراحي شده براي اين كارنده نوعي موزع سانتريفوژي بود. اين موزع بذر را با سرعتي مساوي با سرعت پيشروي دستگاه به سمت عقب پرتاب مي‌كرد و بذر به صورت سقوط آزاد در داخل حفره ايجاد شده مي‌افتاد. آزمايشهاي آنها نشان داد كه در خاك لوم رسي، اگر سطح مزرعه خشك نباشد، خاك به مخروطها خواهد چسبيد.

اِدكويا و بوشِل (۱۹۸۷) يك كارنده حفره‌ساز بيلچه‌اي را جهت كشت ذرت و بذرهاي مشابه طراحي كردند. اين كارنده داراي يك چرخ حفره‌ساز بود كه تعدادي حفره‌ساز بيلچه‌اي در محيط آن قرار گرفته بود. بيلچه‌ها به‌شكل گوه‌اي ساخته شده بودند و توسط يك بادامك صفحه‌اي و فنر باز و بسته مي‌شدند. به محض رسيدن بيلچه به زمين بادامك عمل كرده و بيلچه باز مي‌شد و بذري كه از موزع و از طريق لوله به بيلچه رسيده بود داخل حفره مي‌افتاد و سپس با ادامه حركت روبه‌جلو كارنده، بيلچه بسته شده و از خاك خارج مي‌شد. آزمايشها در سرعت‌هاي ۰/۸، ۱/٤، ۱/۸ و ۲/۲ متر در ثانيه انجام گرفت. تجزيه آماري نشان داد كه با افزايش سرعت پيشروي تعداد

1. Punch planting
2. Punch planter
3. No-till Planters
4. Bucket-Punch Planter
5. Dibble-Punch Planter
6. Spade-Punch Planter

حفره‌هاي داراي يك بذر، كاهش مي‌يابد. مثلا در سرعت ۰/۸ متر در ثانيه، ۹۱ درصد و در سرعت ۲/۲ متر در ثانيه، ۵۹ درصد از حفره‌ها داراي يك بذر بودند.

ايكِل و سي‌برتْز (۱۹۹۰) يك كارنده حفره‌ساز جهت كشت ذرت در مالچ طبيعي، طراحي نمودند. دقت توزيع بذر در آزمايشگاه و مزرعه بترتيب ۸٤ و ۸۰ درصد بدست آمد.

براون و همكاران (۱۹۹٤) يك كارنده حفره‌ساز بيلچه‌اي طراحي نمودند كه مي‌توانست با سرعت ۲ متر در ثانيه كشت نمايد. آزمايشات مزرعه‌اي در شرايطي انجام گرفت كه روي بذرها يا حفره‌ها با تركيبي از پيت و ورميكولايت[1] پوشانده مي‌شد. در اين آزمايشات متوسط درصد سبز شدن براي كارنده حفره‌ساز و مرسوم بترتيب ۷۷ و ۳٦ درصد بود.

مولين و آگوستيني (۱۹۹٦) يك كارنده حفره‌ساز بيلچه‌اي دستي با موزع صفحه‌اي افقي براي شرايط خاك‌هاي سنگ‌دار طراحي نمودند. آزمايشات مزرعه‌اي در دو سرعت ۰/۵ و ۰/۷ متر بر ثانيه انجام گرفت. نتايج حاكي از آن بود كه تعداد حفره‌هاي داراي بذر واحد در دو سرعت مختلف تغيير محسوسي نداشته‌اند. مشكل عمده‌اي كه اين كارنده داشت، اين بود كه دريچه‌ها در خاكهاي مرطوب با گل مسدود مي‌شدند.

مولين و همكاران (۱۹۹۸) يك كارنده حفره‌ساز شياري با موزع خلائي (با بشقاب عمودي) طراحي كرده و آنرا بصورت آزمايشگاهي و مزرعه‌اي ارزيابي نمودند. آزمايش‌ها در سه سرعت ۱، ۲ و ۳ متر در ثانيه انجام گرفت. نتايج آزمايش‌ها نشان داد كه با افزايش سرعت پيشروي، شاخص چندكاشتي، شاخص نكاشت و شاخص دقت افزايش يافته و شاخص كيفيت تغذيه كاهش مي‌يابد. همچنين مقادير بدست آمده براي شاخص‌ها در سرعت ۳ متر در ثانيه، حاكي از آن بود كه اين كارنده قابليت كشت در اين سرعت را ندارد. اين كارنده داراي ساختمان بسيار پيچيده‌اي بود.

ميلز و ريد (۱۹۹۰) كارنده حفره‌سازي را طراحي كردند كه مي‌توانست مقدار دقيقي از آفت‌كش را همراه با هر بذر در زمين كشت كند. موزع بذر و كود، هردو از نوع غلتكي عمودي بودند و سرعت پيشروي دستگاه ۱/۸ متر بر ثانيه بود. درمورد بذر كاهو اين كارنده در مقايسه با يك كارنده مرسوم بيش از ۱۰ درصد افزايش در سبز شدن داشت، اما واحد حفره‌ساز اين كارنده در زمينهاي مرطوب دچار گرفتگي مي‌شد.

شِيدويلر (۲۰۰۰) يك كارنده حفره‌ساز شياري دامي[2] (ADSP) طراحي كرد. اين كارنده براي شرايط كم‌خاكورزي و كشت در بقاياي گياهي طراحي شد و بصورت مزرعه‌اي و آزمايشگاهي ارزيابي گرديد. اين محقق با استفاده از ADSP تراكم گياه را تا ٤۰ درصد بالاتر از كارنده مرسوم دستي برد و سبز شدن درمقايسه با كارنده دستي مرسوم حدود ۱۰ درصد افزايش يافت.

با بررسي تحقيقات انجام شده در زمينه كارنده‌هاي حفره‌ساز مي‌توان گفت، كارنده‌هاي حفره‌سازي كه تا كنون ابداع شده، معمولا داراي ساختاري پيچيده و قيمت بالا بوده و جهت استفاده از آنها كشاورز به تخصص ويژه‌اي در اين زمينه نياز دارد (۱٤)، همچنين مكانيزم حفره‌ساز انواع دلوي داراي قطعات متحرك زيادي بوده و معمولا هنگام كار در مزرعه، مسدود مي‌شوند. از طرف ديگر موزع‌هاي بكار رفته در كارنده‌هاي حفره‌ساز ضمن داشتن قطعات متحرك زياد و پيچيدگي نسبتا بالا، دقت كافي در مقايسه با موزع‌هاي بادي را ندارند. لذا با توجه به مزاياي ذكر شده در مورد خاكورزي حفاظتي و كارنده‌هاي حفره‌ساز و مطالعه تحقيقات انجام گرفته در اين زمينه، اهدف پژوهش حاضر عبارت بودند از : ساخت دقيق‌كار حفره‌ساز بيلچه‌اي با موزع بادي و ارزيابي دستگاه در آزمايشگاه و مزرعه.

مواد و روش‌ها

در اين تحقيق سعي بر آن بوده است كه با در نظر گرفتن تمام مزايا و فوايد اين كارنده‌ها، حتي‌الامكان طراحي آنها طوري صورت گيرد كه داراي ساختاري ساده و مشابه كارنده‌هاي معمول بوده و قيمت تمام شدة دستگاه نيز پايين باشد. لذا در تحقيق حاضر اقدام به ساخت و ارزيابي دقيق‌كار حفره‌ساز از نوع بيلچه‌اي با موزع بادي (بشقاب خلاء) گرديد و جهت كشت ذرت

1. Peat and Vermiculite

2. Animal-drawn revolving spade-punch planter

دانه‌اي بكار گرفته شد. لازم به ذكر است كه اكثريت كشاورزان ايران با طرز كار موزع بادي آشنا بوده و براحتي مي‌توانند از آن استفاده كنند دستگاه مورد نظر طبق اصول مهندسي طراحي شد، نقشه سه‌بعدي آن بكمك نرم‌افزار اتوكد ترسيم گرديد (شكل ١) و نهايتا در كارگاه‌هاي فني دانشكده كشاورزي دانشگاه شيراز، طبق نقشه تهيه شده، يك دستگاه تك واحدي آن ساخته شد. دستگاه ابتدا در آزمايشگاه روي گريس‌بلت ارزيابي گرديد و در نهايت به مزرعه انتقال داده شده و مورد ارزيابي قرار گرفت (شكل‌هاي ٣ و ٤).

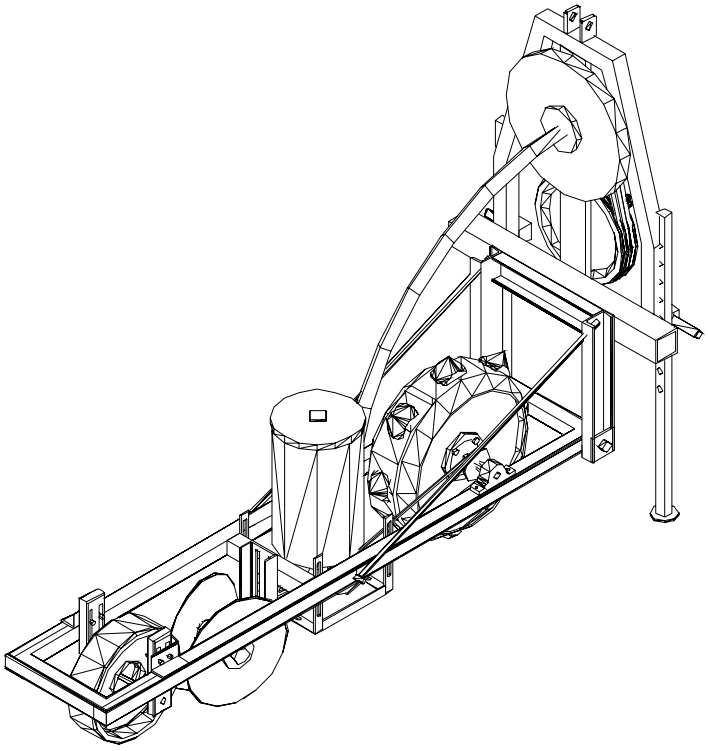
اجزاء كارنده حفره‌ساز

قسمتهاي مختلف دستگاه عبارتند از: شاسي، واحد حفره‌ساز، موزع بادي و پروانه مكنده، بشقابهاي پوشاننده، چرخ فشار دهنده و سيستم انتقال توان.

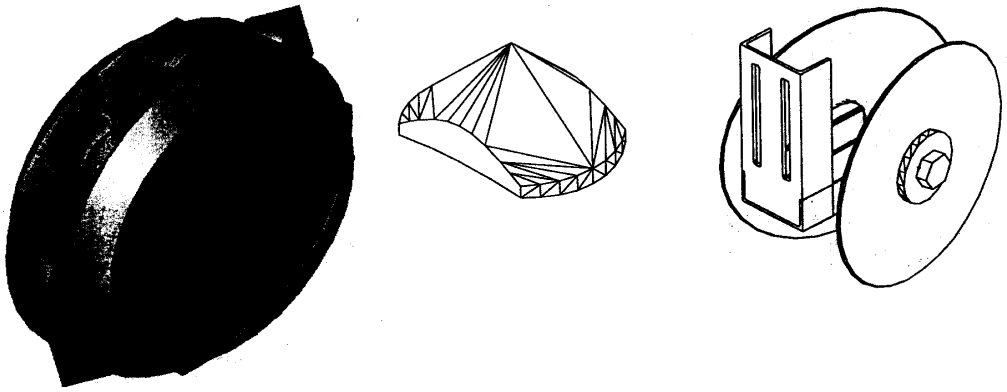
واحد حفره‌ساز

بمنظور ايجاد حفره‌هايي با عمق و فواصل يكسان نياز به وسيله‌اي بود كه بتواند در شرايط مختلف زمين، مخصوصاً در زمين خاكورزي نشده به اندازه كافي نفوذ نمايد. براي اين منظور از يك چرخ حفره‌ساز استفاده گرديد. با توجه به اينكه مناسب‌ترين عمق كاشت براي ذرت دانه‌اي حدود ٦ سانتي‌متر است، جهت ايجاد حفره در زمين از مخروطهايي با ارتفاع ٦ سانتي‌متر استفاده گرديد.

با توجه به تحقيقات انجام شده، زاويه راس مخروطي‌ها بايد مساوي ٩٠ درجه انتخاب شوند، زيرا مخروطي‌هايي با زواياي كمتر از ٩٠ درجه، هنگام خروج از زمين، بهم خوردگي خاك و در نتيجه پر شدن حفره‌هاي ايجاد شده را بهمراه خواهند داشت. از طرف ديگر، مخروطي‌هايي با زاويه بزرگتر از ٩٠ درجه، حفره‌هايي با دهانه خيلي باز ايجاد مي‌كنند كه مطلوب نخواهد بود. لذا بهترين زاويه راس براي مخروطي‌ها ٩٠ درجه است (٨). جهت بهبود نفوذ مخروطها يا پانچ‌ها در زمين، سطح مقطع پانچ‌ها (بوسيلة تراشيدن قسمتي از قاعدة آنها) كاهش داده شد (شكل ٢).

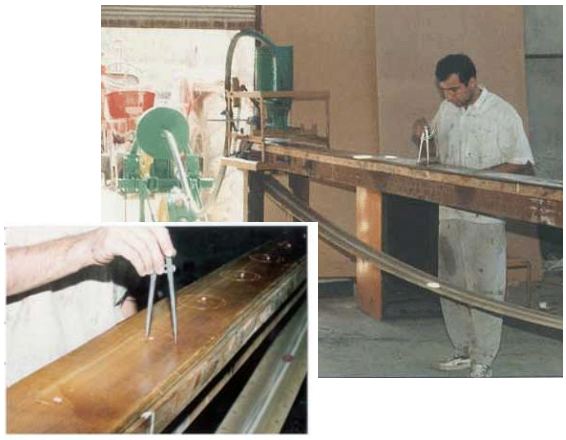


شكل ١- نقشه كلي كارنده مورد نظر كه با استفاده از نرم‌افزار Autocad ترسيم گرديده است.



شكل ۲- بشقاب‌هاي پوشاننده (سمت راست) پانچ طراحي شده جهت نصب بر محيط چرخ حفره‌ساز (شكل وسط)، نمايي از چرخ حفره‌ساز (سمت چپ)

شكل ۳- تصويري از كارنده حفره‌ساز ساخته شده



شكل ٤- نمايي از شبيه‌سازي حفره روي دريس‌بلت با استفاده از پرگار

موزع

موزع مورد استفاده در اين طرح، از نوع بادي (موزع بشقاب خلاء) بود. براي اجراي اين طرح، يك بشقاب ۸ سوراخه با سوراخهايي بقطر ۵/۵ ميليمتر تهيه گرديد. مكش يا خلاء مورد نياز براي كار موزع، از طريق يك پروانه كه با محور تواندهي تراكتور كار مي‌كرد، تامين گرديد.

بشقابهاي پوشاننده

پوشاننده‌اي كه براي كارنده موردنظر ساخته شد، شامل دو بشقاب به ضخامت ۵ ميليمتر و قطر ۳٤۰ ليمتر و لبه‌هاي صاف و تيز شده از دوطرف، بود. بشقابها با زاويه ۲۵ درجه نسبت بهم، روي قطعه L شكلي نصب شدند(شكل ۲). قطعهL شكل بصورت كشويي ساخته شد تا عمق نفوذ بشقابها را بتوان تنظيم نمود.

چرخ فشار دهنده

بمنظور فشرده كردن خاك روي بذرها و تا حدودي حمل انتهاي دستگاه و خنثي نمودن ارتعاشات طولي آن از چرخ فشاردهنده لاستيكي بقطر ۳۸۰ ميليمتر كه ارتفاع آن نسبت به شاسي دستگاه قابل تنظيم بود استفاده گرديد(شكل۱).

سيستم انتقال توان

جهت به گردش درآوردن موزع،ازچرخ و زنجير با نسبت يك به يك، كه از محور چرخ حفره‌ساز نيرو مي‌گرفت استفاده شد.

طرز كار كارنده حفره‌ساز

طرز كار اين دستگاه بدين صورت است كه ابتدا واحد حفره‌ساز (چرخ حفره‌ساز) به وسيله هشت عدد پانچ مخروطي مستقر بر روي چرخي به قطر ۵۰ سانتي‌متر، حفره‌هايي به فاصله ۲۵ سانتي‌متر و عمق ٦ سانتي‌متر در زمين ايجاد مي‌كند.

سپس موزع بادي با بشقاب خلاء كه مكش (خلاء) آن از طريق يك پروانه مكنده تامين مي‌گردد، بذرها را از مخزن جدا مي‌كند. بشقاب موزع حركت خود را بكمك مكانيزم چرخ زنجيري از چرخ حفره‌ساز مي‌گيرد. از آنجائيكه تعداد پانچهاي روي چرخ حفره‌ساز ۸ عدد است، روي بشقاب موزع نيز هشت عدد سوراخ ايجاد شده است. بنابراين نسبت دنده‌اي بكار رفته، يك به يك است. موزع طوري روي شاسي سوار شده است كه موقعيت آن مي‌تواند در سه جهت X و Y و Z نسبت به چرخ حفره‌ساز و يا حفره‌هاي ايجاد شده تغيير نمايد. بعد از قرار گيري بذرها در انتهاي حفره، پوشاننده دو بشقابي روي حفره‌ها و بذور را بخوبي مي‌پوشاند و پس از آن به منظور فشرده كردن خاك روي بذرها، چرخ فشار دهنده لاستيكي از روي نوار كشت عبور كرده و خاك روي بذرها را تا حد مطلوب فشرده مي‌نمايد. دستگاه بصورت سوار شونده ساخته شده و به اتصال سه نقطه تراكتور متصل مي‌گردد. پروانه مكنده، نيروي گردشي خود را از طريق يك كاردان، از محور تواندهي تراكتور با دور ۵٤۰ دور در دقيقه، مي‌گيرد (شكل‌هاي ۱ و ۳).

نحوه ارزيابي در آزمايشگاه

جهت ارزيابي دستگاه در آزمايشگاه از طرح كاملا تصادفي با هشت تكرار استفاده گرديد. در اين آزمايش، از ٦ سطح سرعت استفاده شد. بمنظور بررسي عملكرد كارنده در آزمايشگاه از دستگاه گريس بلت ۳٦ سرعته استفاده گرديد. سرعت خطي تسمه بيانگر سرعت پيشروي تراكتور در مزرعه مي‌باشد. بنابراين با قراردادن دنده‌هاي گيربكس گريس بلت در شش موقعيت مختلف، شش سرعت مورد نظر(۲/۸، ۳/۷، ٤/٦، ۵/۵، ٦/٤ و ۷/۳ كيلومتر در ساعت) بدست آمد كه سرعت‌هاي انتخاب شده، نزديك‌ترين سرعت به سرعت‌هاي پيشروي واقعي تراكتور در مزرعه بودند. براي انجام ارزيابي آزمايشگاهي نيازي به وجود چرخ حفره‌ساز، بشقابهاي پوشاننده و چرخ فشاردهنده نبود، لذا فقط موزع و مخزن روي گريس بلت سوار شدند. براي تامين مكش يا خلا لازم براي موزع، كارنده مورد نظر به اتصال سه نقطه تراكتور متصل گرديد و پروانه آن از طريق محور تواندهي تراكتور بگردش درآمد. براي انتقال خلاء ايجاد شده به موزع، تا حد امكان تراكتور به نزديك دستگاه گريس بلت هدايت شد. خلا ايجاد شده در پروانه از طريق يك شلنگ طويل‌تر به موزع انتقال داده شد (شكل٤). براي جلوگيري از پراكندگي بذرها در هنگام سقوط روي تسمه، سطح تسمه به گريس آغشته شد. حدود ٦ متر از طول ۱۳/۸ متري تسمه، بين دو پولي واقع مي‌شد كه براي سقوط بذر بر روي آن مورد استفاده قرار گرفت. براي شروع عمل ريزش بذر، ابتدا سطح گريس‌بلت كاملاً صاف مي‌گرديد. سپس بكمك گاز دستي، دور موتور تراكتور در حد مطلوب تنظيم مي‌شد و اهرم محور تواندهي كه در موقعيت موتورگرد قرار داده شده بود، درگير مي‌شد تا مكش مورد نياز موزع توسط پروانه كارنده تامين گردد. دنده گيربكس گريس بلت در موقعيت مورد نظر قرار داده مي‌شد و با درگير كردن كلاچ گيربكس تسمه حركت مي‌كرد. موزع كه نيروي خود را از طريق چرخ و زنجير از غلتك تسمه مي‌گرفت شروع به‌چرخش كرده و بذرها را روي تسمه آغشته به گريس مي‌انداخت. پس از اينكه قسمت گريس خورده تسمه از زير موزع عبور مي‌كرد، با خلاص كردن اهرم كلاچ گيربكس، تسمه متوقف مي‌شد. پس از قرارگيري بذرها روي گريس بلت، ۳ متر از طول تسمه گريس خورده بطور تصادفي انتخاب شد.

مهمترين متغير اندازه‌گيري شده، فاصله هر بذر تا نزديكترين بذر مجاور آن براي محاسبه شاخص‌هاي موردنظر بود. در تحقيق حاضر علاوه بر اندازه‌گيري اين شاخص‌ها، لازم بود تا موقعيت بذرها را نسبت به مركز دايره‌هايي كه داراي شعاع مشخصي هستند نيز تعيين نمود. براي اين منظور، لازم بود تا روي تسمه گريس خورده، مساحتي به اندازه سطح مقطع پانچ‌ها، به همان شكل و با فاصله مركز به مركز ۲۵ سانتي‌متر از هم مشخص شود. با توجه به اينكه شعاع پانچ‌ها ۵ سانتي‌متر است، با استفاده از يك پرگار، دوايري به مركز نقاط مشخص شده و به شعاع ۵ سانتي‌متر روي تسمه گريس خورده مشخص شد. هر بذري كه در داخل محدوده مشخص شده قرار داشت، در مزرعه نيز در داخل حفره ايجاد شده توسط پانچ‌ها قرار مي‌گيرد، بعلاوه بذوري كه در داخل اين محدوده واقع بوده ولي دقيقاً در مركز آن نبودند، در مزرعه بخاطر شيب ٤۵ درجه‌اي كه حفره‌ها دارند، غلت خورده و در انتهاي حفره قرار مي‌گيرند. بطوركلي در ارزيابي دستگاه در آزمايشگاه، اثر سرعت پيشروي

بر شاخص چندكاشتي[1]، شاخص نكاشت[2]، شاخص كيفيت تغذيه[3]، دقت[4] و ميزان قرارگيري بذرها در دايره‌ها مورد بررسي قرار گرفت.

نحوه ارزيابي در مزرعه

براي انجام تحقيق مزرعه‌اي از آزمايش‌هاي فاكتوريل ۵×۳ در قالب طرح بلوكهاي كامل تصادفي، شامل ۱۵ تيمار (بصورت تركيبهايي از سطوح مختلف ۳ شرايط زمين و ۵ سرعت پيشروي) و ۵ تكرار(در مجموع ۷۵ كرت) استفاده گرديد. بمنظور مقايسه بين ميانگينها از آزمون دانكن استفاده گرديد.

آزمايشهاي مزرعه‌اي در سه قطعه از زمينهاي واقع در مزرعه تحقيقاتي دانشكده كشاورزي دانشگاه شيراز، واقع در ۱۵ كيلومتري شمال غربي شيراز در منطقه باجگاه اجرا گرديد. بافت خاك هر سه قطعه تقريبا يكسان بوده و شني و رسي سنگريزه‌دار (۴۰% شن، ۲۹% سيلت درشت، ۷% سيلت ريز و ۲۴% رس) بود (سري كوي اساتيد) (۱). شرايط سه قطعه مورد استفاده عبارت بودند از:

۱- زمين شخم خورده و ديسك خورده؛ زميني بود كه با گاوآهن برگرداندار شخم عميق خورده و با دو بار ديسك زدن، بخوبي نرم شده بود.

۲- زمين خاك‌ورزي نشده؛ زميني بود كه بمدت چند سال آيش گذاشته شده بود و تقريبا بحالت زمين باير درآمده بود.

۳- زمين با بقاياي گياهي؛ زميني بود كه در سال زراعي گذشته به زير كشت گندم رفته بود و در سطح زمين كاهبن‌ها و كاه و كلش بجا ماندة، پس از برداشت گندم توسط كمباين و همچنين مقداري علف هرز مشاهده مي‌شد. قبل از انجام آزمايشات بقاياي سطحي مزرعه كه شامل كاه، كلش و كاهبن‌هاي گندم بود، اندازه‌گيري شد كه ميزان آن ۱/۴۵ تن در هكتار بدست آمد.

در اين تحقيق طول هر كرت ۱۰ متر در نظر گرفته شد. بذر مورد استفاده، بذرذرت رقم ۷۰۴ بود. ضمنا بمنظور اندازه‌گيري فواصل و عمق بذرها و يا شمارش آنها، لازم بود تا از عمل خاك دادن روي بذرها جلوگيري شود تا موقعيت دانه‌هاي كشت شده، بدون هيچ گونه تغييري حفظ گردد. براي اين منظور بشقابهاي پوشاننده و چرخ فشار دهنده از روي شاسي باز شدند. با استفاده از نفوذسنج مخروطي، شاخص مخروطي مربوط به ۱۰ نقطه از هر زمين مشخص گرديد. همچنين با نمونه‌برداري خاك از ۱۰ نقطه مختلف از هر زمين، رطوبت خاك هنگام استفاده از نفوذسنج، تعيين گرديد.

از آنجايي كه اين دستگاه با محور تواندهي كار مي‌كند مي‌بايست دور موتور ثابت نگهداشته مي‌شد، لذا در پنج دنده مختلف تراكتور مسي‌فرگوسن ۲۸۵، سرعتهاي ۱/۷، ۲/۸، ۴، ۵/۵ و ۷ كيلومتر در ساعت بدست آمد و آزمايشها در اين پنج سرعت صورت گرفت.

تعريف شاخص‌هاي مورد اندازه‌گيري

در زير تعدادي از پارامترهايي كه بر مبناي فاصله تئوري (X_{ref}) هستند، تعريف مي‌شود. فاصله تئوري، فاصله بين بذوري است كه در آن هيچ پرش[5] و چندتايي و تغيير پذيري وجود ندارد و بر مبناي تشخيص سازنده قراردارد. بديهي است فاصله تئوري موردنظر در اين تحقيق ۲۵ سانتيمتر بود. بطوركلي فاصله تئوري مبناي بدست آوردن شاخص چندكاشتي، شاخص نكاشت، شاخص كيفيت تغذيه و دقت را شكل مي‌دهد و براي تقسيم فواصل مشاهده شده به چند ناحيه استفاده مي‌شود. نواحي عبارتند از: [۰/۵X_{ref} تا ۰]، [۱/۵X_{ref} تا ۰/۵) ، [۲/۵X_{ref} تا ۱/۵) ، [۳/۵X_{ref} تا ۲/۵) و (∞ تا ۳/۵) كه بترتيب نواحي اول تا پنجم نامگذاري مي‌شوند. جايي كه [a,b] مورد نظر است، a نقطه انتهايي را شامل نشده ولي b را شامل مي‌شود.

شاخص چندكاشتي

شاخص چندكاشتي(D)، درصد فواصل كمتر يا مساوي با نصف فاصله تئوري است كه n_1 تعداد فواصل در اولين ناحيه است.

$$D = \frac{n_1}{N} \times 100$$

1. Multiples Index
2. Miss Index
3. Quality of Feed Index
4. Precision

5. Skip

شاخص نكاشت

شاخص نكاشت(M) عبارت است از درصد فواصل بزرگتراز ۱/۵ برابر فاصله تئوري كه در آن nj ، فواصل در ناحيه j و N تعداد كل فواصل است.

$$M = \frac{n_3 + n_4 + n_5}{N} \times 100$$

شاخص كيفيت تغذيه

شاخص كيفيت تغذيه(A) برابر است با درصدي از فواصل كه بيشتر از نصف و كمتراز ۱/۵ برابر فاصله تئوري است.

$$A = \frac{n_2}{N} \times 100$$

شاخص كيفيت تغذيه پارامتري است كه نشان مي‌دهد چه مقدار از فواصل به فاصله اصلي نزديكتر است. برخي از دلايلي كه ممكن است باعث پايين بودن شاخص كيفيت تغذيه گردد شامل تعداد زيادِ چندتايي‌ها يا نكاشت‌ها و مقادير بزرگ تغييرپذيري اطراف نقطة سقوط دانه هستند.

دقت

دقت(C) نه تنها تغيير پذيري را كه منجر به چندتايي‌ها و پرش‌ها است شرح مي‌دهد بلكه مقدار تغيير پذيري در فاصله بين بذور را نيز توجيه مي‌كند. دقت عبارتست از ضريب تغيير فواصلي كه بصورت انفرادي طبقه بندي شده‌اند و از رابطة زير بدست مي‌آيد.

$$C = \frac{S_2}{X_{ref}}$$

كه در آن S_2 انحراف معيار نمونه‌اي است كه n_2 مشاهده در ناحية ۲ دارد(۱۰).

نتايج و بحث

ارزيابي آزمايشگاهي دستگاه

جدول ۱ تجزيه واريانس مربوط به تاثير سرعت پيشروي بر پارامترهاي مورد بررسي را نشان مي‌دهد. از بين پارامترهاي مورد بررسي، پارامترهاي دقت و ميزان قرارگيري بذرها در داخل حفره‌ها، با تغيير سرعت، بطور معني‌دار تغيير يافتند. جدول ۲ تاثير سطوح مختلف سرعت بر پارامترهاي مورد بررسي در آزمايشگاه را نشان مي‌دهد.

جدول ۱- تجزيه واريانس مربوط به تاثير سرعت پيش‌روي بر پارامترهاي مورد بررسي در آزمايشگاه

شاخص	ميانگين مربعات
شاخص چندكاشتي	۳/۷۹^{ns}
شاخص كيفيت‌تغذيه	۷٤/۹۲^{ns}
دقت	۰/۰۱۱**
شاخص نكاشت	٤۷/۲٤^{ns}
بذرهاي داخل محدوده	۰/۰۱۲*

*و**. وجود اختلاف معني‌دار به ترتيب در سطح ۵ و ۱ درصد.
ns. عدم وجود اختلاف معني‌دار.

شاخص چندكاشتي

بين مقادير شاخص چندكاشتي در سطوح مختلف سرعت پيشروي اختلاف معني‌داري وجود نداشت. محققين ديگر نيز در مورد تاثير سرعت بر اين شاخص (در آزمايشگاه) به نتايج مشابهي دست يافته بودند (۲، ۷، ۱۷).

شاخص كيفيت تغذيه

در مورد شاخص كيفيت تغذيه بين ميانگين‌هاي بدست آمده در سرعت‌هاي مختلف پيشروي اختلاف معني‌داري وجود نداشت. اين نتيجه با نتيجه‌اي كه ساير پژوهشگران گزارش كرده‌اند، همخواني دارد (۱٤، ۱۷).

دقت

در مورد پارامتر دقت، تغيير سرعت اثر معني‌داري بر روي اين پارامتر داشته و با افزايش سرعت، دقت نيز افزايش پيدا كرد. چنانچه دقت را نسبت انحراف معيار نمونه‌هايي كه در فاصله ۱۲/۵ الي ۳۷/۵ سانتي‌متر قرار گرفته‌اند به فاصله تئوري (۲۵ سانتي‌متر) بدانيم، با افزايش سرعت، پراكندگي بذرها در اين محدوده افزايش يافته و در نتيجه انحراف معيار افزايش مي‌يابد. با ثابت بودن فاصله تئوري و افزايش انحراف معيار، پارامتر دقت افزايش يافته است. بديهي است هر چه مقدار اين پارامتر كمتر باشد، مطلوب‌تر است. نتايج بدست آمده از تحقيق حاضر با نتايجي كه محققين ديگر در آزمايشگاه بدست آوردند، كاملا هماهنگ است (۱٤، ۱۷).

شاخص نكاشت

سرعت اثر معني‌داري روي شاخص نكاشت نشان نداد. اين در حاليست كه ساير پژوهشگران نيز در مورد ارزيابي كارنده‌هاي خود در آزمايشگاه به اين نتيجه رسيده بودند (۲، ۷، ۱۷).

ميزان قرارگيري بذرها در درون دايره‌ها

سرعت پيشروي اثر معني‌داري بر ميزان قرارگيري بذرها در درون دايره‌ها (محدوده‌هاي ايجاد شده) داشت و با افزايش سرعت پيشروي درصد قرارگيري بذرها در درون محدوده‌ها، كاهش پيدا كرد. دليل اين امر آنست كه با افزايش سرعت پيشروي، بشقاب موزع نيز با سرعت بيشتري گردش مي‌كند و بذرها كه با حالتهاي مختلفي به سوراخهاي بشقاب چسبيده‌اند (مثلا بعضي از بذرها با نوك، بعضي با انتها و بعضي با پهلو به سوراخها گير كرده‌اند) وقتي به جداكننده بذر كه در زير موزع قرار دارد برخورد مي‌كنند، داراي موقعيتهاي مختلفي هستند كه باعث مي‌شود كه بذرها در جهات مختلف و به فواصل مختلف پرتاب گردند. بديهي است با بالا رفتن سرعت، اين امر تشديد يافته و باعث مي‌شود كه بذرها گاهي اوقات در بيرون محدوده قرار گيرند. چنجوآ و همكاران (۱۹۹۹) هم در مورد شاخص نكاشت به اين نتيجه رسيده و دليل مشابهي را ارايه نموده بودند. مولين و همكاران (۱۹۹۸) و همچنين مولين و آگوستيني (۱۹۹٦) كه به نتايج مشابهي دست يافته بودند، دليل اين امر را افزايش لرزشهاي ايجاد شده در چرخ حفره‌ساز و مكانيسم موزع در اثر افزايش سرعت، گزارش نمودند.

با بررسي جدول ۲، مي‌توان دريافت كه در سرعتهاي ۲/۸، ۳/۷، ٤/٦ ، ٥/٥ و ٦/٤ كيلومتر در ساعت اختلاف بسيار ناچيزي بين مقادير پارامترها وجود دارد و اغلب اين اختلافها معني‌دار نبوده است. ولي بين سرعت ٦/٤ كيلومتر در ساعت و ۷/۳ كيلومتر در ساعت، اختلاف بين مقادير پارامترها زياد بوده و اغلب معني‌دار است. همچنين در سرعت ٦/٤ كيلومتر در ساعت، مقادير بدست آمده براي پارامترها خوب و قابل قبول است. البته با مراجعه به جدول ۲ مشاهده مي‌شود كه در سرعت‌هاي پايين‌تر مقادير پارامترها مطلوب‌تر است ولي از آنجاييكه در كارنده‌ها هميشه سرعت كشت بالا مدنظر است، لذا مي‌توان اظهار نمود مناسب‌ترين سرعت پيشروي در شرايط آزمايشگاه، سرعت ٦/٤ كيلومتر در ساعت است. اين سرعت كشت نسبت به سرعتي كه كارنده‌هاي مشابه (۲، ۷) داشتند، بطور چشمگيري بالاتر است (ضمن اينكه پيچيدگي‌ها و مشكلات ساختاري كه كارنده‌هاي مشابه (۳، ۱۷) داشتند، بكلي رفع شده است).

ارزيابي مزرعه‌اي دستگاه

شاخص چند كاشتي

تجزيه واريانس نشان داد كه با احتمال ۹۹% اثر شرايط زمين، سرعت پيشروي و اثر متقابل اين دو بر شاخص چند كاشتي معني‌دار است. در جدول ۳ مشاهده مي‌گردد كه در حالتي كه با بالاترين سرعت (۷ كيلومتر در ساعت) كشت شده است، بيشترين ميزان چندكاشتي را داشته‌ايم و همچنين در جدول ٤ مشاهده مي‌گردد، در حالتي كه در زمين بايز كشت شده، باز هم بيشترين ميزان چندكاشتي حاصل شده است. دليل اين امر آن است كه در زمين بايز، بدليل سفت بودن زمين، دستگاه دچار لرزش مي‌شد (خصوصا در بالاترين سرعت) و بعضي از بذرهاي روي بشقاب خلا قبل از اينكه به پايين‌ترين نقطه كه فاقد خلاء است برسند، سقوط كرده و در كنار بذرهاي ماقبل خود مي‌افتادند و اين امر موجب بالارفتن تعداد چند كاشتي مي‌شد. در حالي كه در آزمايشگاه، چنين لرزشهايي در دستگاه مشاهده نمي‌شد. در آزمايشهاي مزرعه‌اي روي كارنده‌هاي مشابه نيز سرعت پيشروي روي شاخص چندكاشتي تاثير معني‌دار داشته است (۷، ۱۷).

جدول ۲- تاثير سطوح مختلف سرعت بر شاخص‌هاي مورد بررسي در آزمايشگاه.

	سطوح مختلف سرعت(كيلومتر در ساعت)					
شاخص	۲/۸	۳/۷	٤/٦	٥/٥	٦/٤	۷/۳
شاخص چند كاشتي(%)	۰/٥٥ a	۱/۰۳۷ a	۱/۰۳۷ a	۱/۰۳۷ a	۱/۱۳ a	۲/۱۷٥ a
شاخص كيفيت تغذيه (%)	۹۷/٥۰ a	۹٦/۸۸ a	۹٤/٦۰ a	۹۳/۰۳ a	۹۲/٥۰ a	۹۱/٦۰ a
دقت (%)	۷/۷۹ a	۱۳/۳ b	۱٤/٦ bc	۱٥ bc	۱٦/٦ bc	۱۹ c
شاخص نكاشت (%)	۳/٥۰ a	۳/٥۷ a	٤/۳٥ a	٥/۹۲ a	٦/۲۷ a	٦/۸۷ a
بذرهاي درون دايره (%)	۹۷/۱ a	۹۳/۱ ab	۹۱/۱ ab	۹۱/۰ ab	۸۹/۲ ab	۸٥/۱ b

ميانگين‌هاي با حروف مشترك در هر رديف، از نظر آماري اختلاف معني‌داري در سطح احتمال ٥ درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌اي دانكن ندارند.

شاخص كيفيت تغذيه : نتايج تجزيه واريانس حاكي از آن بود كه سرعت پيشروي در مزرعه با احتمال ۹۹% اثر معني‌داري بر شاخص كيفيت تغذيه دارد ولي اثر شرايط زمين و اثر متقابل دو فاكتور با احتمال ۹۵% تاثير معني‌داري روي اين شاخص ندارند. اين نتيجه با نتايج بدست آمده در تحقيقات ديگر همخواني دارد (۱۷) كه البته مولين و آگوستيني (۱۹۹٦) در آزمايش‌هاي خود تاثير سرعت پيشروي بر روي اين شاخص را بي‌معني اعلام كردند، كه مي‌توان دليل آنرا پايين بودن سطوح مختلف سرعت پيشروي (حداكثر ۰/۷ متر بر ثانيه) در آزمايش‌هاي آنان دانست.

دقت: نتايج تجزيه واريانس نشان داد كه سرعت پيشروي با احتمال ۹۹% تاثير معني‌داري روي شاخص دقت گذاشته است كه در بررسي دستگاه در آزمايشگاه نيز همين نتيجه حاصل شد. همچنين شرايط زمين با احتمال ۹۵% روي اين شاخص تاثير معني‌دار داشته است. اما اثر متقابل دو فاكتور تاثير معني‌داري بر شاخص مذكور ندارد. با توجه به جدول ۳ مشخص مي‌شود كه كمترين ميزان شاخص دقت در سرعت پيشروي ۱/۷ كيلومتر در ساعت بدست آمده است و بيشترين ميزان اين شاخص در سرعت ۷ كيلومتر در ساعت حاصل شده است. بديهي است هر چه ميزان شاخص دقت كمتر باشد بهتر است و اين يعني اينكه انحراف فواصل از متوسط فاصله بذرها در ناحيه دوم كاهش يافته است. نتيجه بدست آمده با نتايجي كه محققين ديگر در آزمايشگاه بدست آوردند، كاملا هماهنگ است(۱٦، ۱۷).

شاخص نكاشت: نتايج تجزيه واريانس حاكي از آن بود كه سرعت پيشروي با احتمال ۹۹% تاثير معني‌داري روي شاخص نكاشت داشته است. شرايط زمين و اثر متقابل دو فاكتور با احتمال ۹۵% تاثير معني‌داري بر اين شاخص نداشته است. با بررسي ميانگينهاي مربوط به سرعتهاي مختلف مشاهده مي‌شود كه در چهار سرعت اول بين ميانگين‌هاي بدست آمده اختلاف معني‌داري در سطح ۵% وجود ندارد ولي در بالاترين سرعت يكباره شاخص نكاشت افزايش پيدا مي‌كند و اختلاف آن با چهار سرعت اول با احتمال ۹۵% در سطح معني‌دار است. در ارزيابي دستگاه در آزمايشگاه، سرعت پيشروي تاثير معني‌داري روي شاخص نكاشت، نداشت كه دليل اين امر را نيز مي‌توان لرزشها و پرشهايي دانست كه در سطح مزرعه در دستگاه ايجاد مي‌شود و باعث مي‌شود كه گاهي بذرها در فواصل بين حفره‌ها، روي خاك بيفتند (۲، ۱۷).

ميزان قرارگيري بذرها در درون حفره

نتايج تجزيه واريانس نشان داد كه سرعت پيشروي و اثر متقابل با احتمال ۹۹% تاثير معني‌داري بر ميزان قرارگيري بذرها در درون حفره‌ها دارد اما شرايط زمين با احتمال ۹۵% اثر معني‌داري بر درصد قرارگيري بذرها در درون حفره‌ها نداشت. با بررسي جدول ۳ مشاهده مي‌شود كه با افزايش سرعت پيشروي، ميزان قرارگيري بذرها در درون حفره‌ها كاهش يافته است كه دليل اين امر در قسمت بررسي آزمايشگاهي توضيح داده شد (۱٦ ، ۱۷).

جدول ۳- مقايسه ميانگين‌هاي مربوط به اثر سرعت پيشروي بر شاخص‌هاي مورد بررسي در مزرعه

	سطوح مختلف سرعت پيشروي(كيلومتر در ساعت)				
شاخص	۱/۷	۲/۸	٤	۵/۵	۷
شاخص چند كاشتي(%)	۰/۰۰ c	۰/۰۰ c	۱/٦۰ b	۲/٦۸ b	۱۰/۵۰ a
شاخص كيفيت تغذيه (%)	۹٦/۷۸ a	۹۷/۳۲ a	۹٤/۲۷ ab	۹۱/۸۸ b	٦٤/۵۲ c
دقت (%)	۵/۸۰ c	٦/٦۰ bc	۷/۲۷ bc	۸/۷۳ b	۱٤/۷۳ a
شاخص نكاشت (%)	۲/۲۳ b	۲/٦۷ b	٤/۱٦ b	٦/۰۳ b	۲٤/۹۷ a
بذرهاي درون حفره (%)	۹٦/٦۸ a	۹۵/۱٤ a	۹۳/۳٤ ab	۹۱/٦۰ b	۸۰/۸۸ c
ميانگين عمق كاشت(ميليمتر)	۵٦/۸۰ a	۵٦/٦٦ a	۵٦/۱۳ ab	۵۵/۵۳ b	۵۰/۹۳ c

ميانگين‌هاي با حروف مشترك در هر رديف، از نظر آماري اختلاف معني‌داري در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌اي دانكن ندارند.

جدول ٤- مقايسه ميانگين‌هاي مربوط به اثر شرايط زمين بر شاخص‌هاي مورد بررسي در مزرعه

	شرايط زمين		
شاخص	شخم و ديسك خورده	داراي بقاياي گياهي	آيش بمدت طولاني(باير)
شاخص چند كاشتي(%)	۲/۱۹ b	۲/۸٦ ab	۳/۸۲ a
شاخص كيفيت تغذيه (%)	۹۰/۰۸ a	۸۸/٦۹ a	۸۹/٦۵ a
دقت (%)	۷/۵٦ b	۹/۱٦ a	۹/۱٦ a
شاخص نكاشت (%)	۸/۵۷ a	۸/٤٤ a	۷/٦۸ a
بذرهاي درون حفره (%)	۹۲/۲۰ a	۹۱/۵۷ a	۹۰/۸۱ a
ميانگين عمق كاشت(ميليمتر)	۵۵/۳٦ a	۵۵/۲۰ a	۵۵/۰۸ a

ميانگين‌هاي با حروف مشترك در هر رديف، از نظر آماري اختلاف معني‌داري در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌اي دانكن ندارند.

ميانگين عمق كاشت. نتايج تجزيه واريانس حاكي از آن بود كه اثر مستقيم سرعت پيشروي بر ميانگين عمق كاشت با احتمال ۹۹% معني‌دار است. دليل اين امر آنست كه در سرعتهاي بالاتر، عمق حفره‌هاي ايجاد شده كاهش مي‌يافت و همچنين بعضي از بذرها در درون حفره‌ها نيفتاده‌اند و اين باعث شده كه ميانگين عمق قرارگيري بذرها و يا عمق كاشت، كمتر شود (۵، ۱۳). اثر مستقيم شرايط زمين و اثر متقابل دو فاكتور، معني‌دار نشد.

با توجه به نتايج بدست آمده از آزمونهاي مختلف ارزيابي آزمايشگاهي و مزرعه‌اي بطور خلاصه مي‌توان گفت كه افزايش سرعت پيشروي باعث افزايش شاخص چندكاشتي، كاهش شاخص كيفيت تغذيه، افزايش شاخص دقت، افزايش شاخص نكاشت، كاهش ميزان قرارگيري بذرها در درون حفره‌ها و تا حدودي كاهش ميانگين عمق كاشت گرديد. اثر متقابل سرعت پيشروي و شرايط زمين نيز تنها روي شاخص چندكاشتي و ميزان قرارگيري بذرها در حفره‌ها تاثير معني‌دار داشت.

با بررسي جداول، در مورد سرعت پيشروي، نتيجه گرفته مي‌شود كه در سرعتهاي ۱/۷، ۲/۸، ٤ و ۵/۵ كيلومتر در ساعت اختلاف بسيار ناچيزي بين مقادير پارامترها وجود دارد و اغلب اين اختلافات معني‌دار نبوده است، ولي بين سرعت ۵/۵ كيلومتر در ساعت و ۷ كيلومتر در ساعت، اختلاف زياد بوده و اغلب معني‌دار است. همچنين در سرعت ۵/۵ كيلومتر در ساعت، مقادير بدست آمده براي پارامترها خوب و قابل قبول است. لذا مي‌توان اظهار نمود كه كارنده مي‌تواند با سرعت ۵/۵ كيلومتر در ساعت در هر سه شرايط زمين مورد آزمايش بخوبي كشت نموده و عملكرد بالايي داشته باشد. در نهايت با مقايسه نتايج بدست آمده از بررسي‌هاي آزمايشگاهي و مزرعه‌اي در مورد سرعت پيشروي، از بين سرعتهاي ٦/٤ و ۵/۵ كيلومتر در ساعت، سرعت ۵/۵ كيلومتر در ساعت كه در شرايط مزرعه‌اي بدست آمده توصيه مي‌گردد.

REFERENCES منابع مورد استفاده

۱. ابطحي، ع. ، ن. كريميان و م. صلحي. ۱۳۷۰ . گزارش مطالعات خاكشناسي نيمه تفصيلي اراضي باجگاه - استان فارس. انتشارات شيراز.

2. Adekoya, L. O. & W. F. Buchele. 1987. A precision punch planter for use in tilled soil. J. Agric. Eng. Res. 37: 171-178.
3. Brown, F. R., S. J. Miles, & J. Bulter. 1994. Design and development of a high-speed dibber drill for improved crop establishment. J. Agric. Engng Res. 58,261-270.
4. Chenghua, L., Chenglin, M., Y. Haiye, & KH. Kromer. 1999. Computer simulation on effect of punch planter parameters and spade shape on seed placement. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Machinery. 30(3): 35- 38
5. Debicki, I. W., & L. N. Shaw. 1996. Spade-punch planter for precision planting. Trans. ASAE. 39(4): 1259-1267.
6. Eikel, G. & O. Siebertz. 1990. Technology for point bedding of maize seed with organic mulch. Landtechnik. 45(9): 341- 344.
7. Hezroni, A., Y. Alper, A. Antler & I. Wolf. 1986. Seeding directly through plastic mulch. Acta Horticulturae 187. In Mechanization of Vegetable Production, 93-98.
8. Jafari, J. & K. J. Fornstrom. 1972. A precision punch planter for sugar beets. Trans. ASAE.15(3): 569-571.
9. Jasa, P.J., & E.C. Dickey. 1982 .Tillage factors affecting corn seed spacing. Trans. ASAE 25(6):1516-1519.
10. Kachman, S. D., & J. A. Smith. 1995. Alternative measures of accuracy in plant spacing for planting single seed metering. Trans. ASAE. 38(2): 379-387.
11. Kepner, R. A., R. Bainer, & E. L. Barger. 1978. Principles of Farm Machinery. 3th(ed.) Avi Publishing Company, Inc. Westport, Connectiticut,USA. 527p.

12. Kromer, K. H. 1986. A Bucket planter for seeding through mulch. Acta Horticulture-Mechanization of Vegetable Production, 187: 159.
13. Miles, S. J. & J. N. Reed. 1999. Dibber drill for Precise placement of seed and granular pesticide. J. Agric. Engng. Res. 74:127-133.
14. Molin, J. P., L. L. Bashford, R. D. Grisso, & A. J. Jones. 1998. Population rate changs and other evaluation parameters for a punch planter prototype. Trans. ASAE. 41(5): 1265- 1270.
15. Molin, J. P. & L. L. Bashford. 1996. Penetration forces at different soil conditions for punches used on punch planters. Trans. ASAE. 39(2): 423- 429.
16. Molin, J. P. & V. D'Agostini. 1996. Development of a rolling punch planter for stony soil conditions. AMA. 27(3): 17-19.
17. Molin, J. P., L. L. Bashford, K. Von Bargen, & L. I. Levitcus. 1998. Design and evaluation of a punch planter for no- till systems. Trans. ASAE. 41(2): 307-314.
18. Scheidtweiler, T. W. 2000. A New approach to appropriate tillage and planting techniques for sustainable agriculture in developing countries. Department of Agricultural Engineering University of Bonn, Germany, Dr. Thomas W. Scheeiler.
19. Sirvastava, A. K. & M. E. Anibal. 1981. A punch planter for conservation tillage. Paper No. 81-1020, Summer meeting of the American Society of Agricultural Engineers, Orlando, Florida, USA.
20. Taylor, R. W. & D. W. Allinson. 1983. Legume establishment in sods using minimum tillage seeding techniques without herbicide application: forage yield and quality. Agronomy Journal 75:167-172.